

**Svensk Förening
för Anestesi
och Intensivvård**



Rubrik: Hyperbar oxygenbehandling HBO

Författare (SFAIs referensgrupp hyperbarmedicin)

Nicklas Oscarsson, Sahlgrenska Universitetssjukhuset Östra, Göteborg,
Ordförande

Olaf Gräbel, Sahlgrenska Universitetssjukhuset Östra, Göteborg

Anders Rosén, Sahlgrenska Universitetssjukhuset Östra, Göteborg

Anders Kjellberg, Karolinska Universitetssjukhuset Solna, Stockholm

Michael Nekludov, Karolinska Universitetssjukhuset Solna, Stockholm

Ylva Karlsson, Blekingesjukhuset Karlskrona

Johan Douglas, Blekingesjukhuset Karlskrona

Lars Spetz, NU-sjukvården, Uddevalla

Antagen av

SFAI:s styrelse

Planerad revidering

2020-12-01

Hyperbar Oxygenbehandling - HBO

Innehåll

I: Medicinska riktlinjer.....	2
HBO-centra nås via SOS Alarm eller sjukhusväxel:	2
II: Rekommenderade indikationer för HBO samt tabellval.....	2
Dekompressionssjuka (DCS, Dykarsjuka)	2
Gasembolier (dykerirelaterade & iatrogena)	3
Kolmonoxid- och Brandröksförgiftning	3
Fotsår hos diabetiker	4
Skador i mjukdelsvävnad efter strålbehandling.....	4
Osteoradionekros (ORN)	4
Svår akut vävnadsischemi	5
Allvarliga mjukdelsinfektioner	5
Intrakraniell abscess	5
Akut kraniell osteomyelit, kroniska refraktära osteomyeliter, infekterade implantat	6
Indikationer under bevakning	6
Ej aktuella indikationer	6
III: Kontraindikationer och biverkningar	6
Kontraindikationer (relativa).....	7
Biverkningar	7
IV: Riktlinjer för HBO verksamhet	7
Lagar och förordningar.....	7
V: Kammare.....	8
VI: Personal.....	8
SFAIs referensgrupp för Hyperbarmedicin.....	9
Internationella organisationer.....	9

I : Medicinska riktlinjer

Hyperbar syrgasbehandling i tryckkammare används i Sverige vid ett antal väldefinierade sjukdomstillstånd. Internationellt förekommer metoden som behandling vid fler tillstånd, men utan övertygande vetenskaplig dokumentation. Det faktum att man internationellt under lång tid rutinmässigt använt hyperbar syrgasbehandling delvis utan stöd i forskningen har gett upphov till ett berättigat ifrågasättande av metoden. Av medicinska, etiska och resursmässiga skäl är det av stor vikt att hyperbar syrgasbehandling tillämpas enbart där det finns en påvisbar effekt.

HBO definieras som oxygenandning vid vistelse i en tryckkammare vid högre tryck än normalt atmosfärstryck (1 bar = 100kPa = 750 mmHg). Behandling ges vanligtvis med 100% oxygen (O₂) vid 2,4-2,8 bars tryck under 60-90 minuter 1-3 ggr per dygn. Risken för CNS biverkningar begränsar HBO-dosen, d.v.s. den samlade effekten av behandlingstryck, duration och frekvens.

HBO ges huvudsakligen till patienter med lokal eller generell hypoxi. Hypoxi i hotade vävnader kan reverseras vid akuta tillstånd såsom dekompressionssjuka hos dykare, luft- eller gasemboli, traumatisk ischemi, kolmonoxidförgiftning och livshotande mjukdelsinfektion. Upprepade behandlingar stimulerar kärlnybildning och påskyndar sårhäkning i hypoxiska vävnader. HBO ges därför som behandling och/eller profylax (pre- och postoperativt) vid strålskador i skelett- och mjukdelsvävnader. HBO ges också vid andra tillstånd med bristande mikrocirkulation (ischemi) och/eller infektion som motstår konventionell behandling.

Metoden bör användas på specialistnivå, med multidisciplinärt engagemang och tydligt formulerad behandlingsstrategi. Läs gärna även [Lakemedelsboken](#). Samlade referenser finns i separat dokument.

HBO-centra nås via SOS Alarm eller sjukhusväxel:

Karolinska Universitetssjukhuset Solna, Stockholm 08- 517 700 00

Sahlgrenska Universitetssjukhuset Östra, Göteborg 031- 342 10 00

NU-sjukvården, Uddevalla 010- 435 00 00

Blekingesjukhuset Karlskrona 0455- 73 10 00

II: Rekommenderade indikationer för HBO samt tabellval

SKALL remitteras till HBO-behandling

Dekompressionssjuka (DCS, Dykarsjuka)

Dekompressionssjuka orsakas av inertgasbubblor i blodet eller i vävnader. Vid tryckkammarbehandling reduceras bubblornas volym genom kompression enligt

Boyles gaslag och gasen resorberas, "går i lösning", enligt Henrys gaslag och bortförs med blodet. Oxygenandning påskyndar inertgaselimination via lungorna samtidigt som HBO syresätter ischemisk vävnad.

Vid misstanke om DCS *skall* tryckkammarjour alltid kontaktas då det föreligger stark empirisk indikation för tryckkammarbehandling. Vid indikation för HBO skall behandling ges snarast, men skall övervägas även i sent skede vid kvarstående symtom.

Behandlingstabell/protokoll: Initialt ges en HBO-behandling enligt T6/förlängd T6 eller Comex 30 (Regler för Militär Sjöfart – Dyk (RMS-Dyk)) [RMS Dyk 2013](#). Vid kvarstående symtom kan upprepade behandlingar ges med tabell 2,4 - 2,8 bar, ca 100 min.

Gasembolier (dykrelaterade och iatrogena)

Luft i blodbanan, gasembolism, kan uppkomma accidentellt vid snabba förändringar i omgivningstryck såsom vid dykning och flygning, vid mekaniskt trauma mot thorax/hals eller i samband med invasiva medicinska ingrepp om luft får tillträde till kärlsystemet. Det är inte ovanligt att mindre mängder luft injiceras intravenöst, men detta ger sällan upphov till några symptom. Arteriell gasembolism (AGE) är däremot betydligt mer problematiskt, då även mycket små luftmängder kan få allvarliga konsekvenser.

Vid misstanke om arteriell gasemboli *skall* tryckkammarjour alltid kontaktas. Det finns stark empirisk indikation för omedelbar tryckkammarbehandling. Vid indikation för HBO skall behandling ges snarast men skall övervägas även i sent skede vid kvarstående symtom.

Behandlingstabell/protokoll: Initialt ges en HBO-behandling enligt T6/förlängd T6 eller Comex 30 (RMS Dyk). Vid kvarstående symtom kan upprepade behandlingar ges med tabell 2,4 - 2,8 bar, ca 100 min.

Kolmonoxid- och Brandröksförgiftning

Kolmonoxidförgiftning orsakar dels akut hypoxirelaterad skada, dels fördröjd neurotoxisk skada. En stor andel av kolmonoxidexponerade patienter uppvisar kvarstående kognitiv dysfunktion.

Indikation för behandling föreligger vid medvetslöshet i anslutning till exponeringen, kvarstående neurologi, pågående ischemi, cirkulatorisk instabilitet eller metabol acidosis. Förhöjda COHb-värden (>25%) och långvarig exposition förstärker indikationen, men beslut om HBO behandling kan inte grundas enbart på COHb. Vid graviditet ges behandling på vidare indikationer. HBO skall ges snarast men kan övervägas upp till 24 timmar efter exposition.

Vid kolmonoxidförgiftning *skall* tryckkammarjour alltid kontaktas.

Behandlingstabell/protokoll: Initialt ges en HBO behandling vid 2,8 bar, ca 100 min. Upprepad behandling är vanligen ej aktuell, men kan övervägas vid svårare fall.

BÖR remitteras till HBO-behandling

Fotsår hos diabetiker

Vid diabetes utvecklas ofta kärlkomplikationer, i stora (makroangiopati) såväl som små (mikroangiopati) kärl. Mikroangiopati leder till en dålig vävnadsperfusion och hypoxi, vilket medför försämrat immunförsvar och sårhäkning. Studier har visat att HBO kan accelerera sårhäkning via kapillärnybildning och immunomodulerande mekanismer. Efter 30–40 behandlingar får man en kvarstående förbättring av sårhäkningen som kan fortsätta även efter avslutad behandlingsserie.

Patienter som är kärlutredda, rökfria och trots optimal glykemisk kontroll och sårvård, har refraktära, ischemiska, ofta infekterade sår *bör* remitteras till HBO-enhet för bedömning.

Behandlingstabell/protokoll: 2,4 - 2,5 bar, ca 100 min, vanligen behandlingsserier om 30–40 behandlingar.

Skador i mjukdelsvävnad efter strålbehandling

Kronisk strålskada (duration >6 mån) i mjukdelar orsakas av strålningsinducerad inflammation som med tiden leder till fibros. Hypoxiska biverkningar med vävnadssönderfall, svårhäkta fibrotiska sår, irritation och/eller blödningar ses ibland månader till år efter avslutad strålbehandling av cancer. Vanliga lokaliseringar är urinblåsa (strålcystit) och ändtarm (strålproktit) men även mjukdelar som svalg (laryngit) och bröst (mastit) kan drabbas.

Patienter med kroniskt strålskadad vävnad *bör* remitteras till HBO-enhet för bedömning.

Behandlingstabell/protokoll: 2,4 - 2,5 bar, ca 100 min, vanligen behandlingsserier om 30–40 behandlingar

KAN remitteras till HBO-behandling

Osteoradionekros (ORN)

Osteoradionekros definieras som ett benområde (ex i mandibeln) som inte läker inom 2 mån efter strålterapi utan tecken på tumörrecidiv.

HBO-behandling *kan* ges vid manifest sjukdom eller som profylax vid tandextraktion eller kirurgi.

Behandlingstabell/protokoll: 2,4 - 2,5 bar, ca 100 min, vanligen behandlingsserier om 30-40 behandlingar.

Svår akut vävnadsischemi

Traumatiska vävnadsskador och hotande lambå-cirkulation

Vid kross- och klämskador föreligger ofta en kombination av kärlskada, öppna frakturer, vävnadstrauma och därutöver ofta kraftig kontamination och åtföljande infektionsproblematik. Även efter en lyckad revaskularisering föreligger i många fall indikation för HBO-behandling då det ofta uppstår en reperfusionsskada i samband med att inflammatoriska kaskadreaktioner aktiveras då ischemi reverseras. Om man direkt efter en ischemi behandlar med HBO kan man, paradoxalt nog, motverka reperfusionsskadan eftersom HBO kan blockera inflammatoriska kaskadreaktioner. HBO uppreglerar dessutom antioxidantförsvaret, vilket kan minska skadeeffekterna av de fria radikaler som utgör en del i dessa kaskadreaktioner

HBO-behandling *kan* övervägas i selekterade fall.

Behandlingstabell/protokoll: 2,8 bar, ca 100 min.

Allvarliga mjukdelsinfektioner

NSTI (Necrotising Soft Tissue Infections) såsom halsfasciit, Fourniers gangrän och gasgangrän (klostridiemyonekros) är exempel på akuta nekrotiserande mjukdelsinfektioner med hög morbiditet och mortalitet. Behandling består av tidigt insatt antibiotika, kirurgi och intensivvård samt i vissa fall HBO. Vid allvarliga mjukdelsinfektioner verkar HBO genom att modulera det inflammatoriska svaret och effekten av antibiotika potentieras. HBO hämmar *Clostridium perfringens* alfatoxinbildning.

HBO *kan* användas vid behandling av allvarligare former NSTI när denna resurs finns tillgänglig inom rimligt avstånd och där risker relaterade till transporter och flytt av patient från intensivvårdsavdelning till tryckkammaren bedöms hanterbara.

Behandlingstabell/protokoll: 2,8 bar, ca 100 min. Upprepade behandlingar tills infektionskontroll uppnås.

Intrakraniell abscess

Infektioner i CNS är fruktade och svårbehandlade på grund av sin lokalisering. HBO minskar ödembildning och ökad syresättning ger ofta en kraftig klinisk förbättring och det skapas tid och möjligheter att vända förloppet. Fallserier beskriver minskad recidivfrekvens och behov av kirurgi.

HBO *kan* erbjudas patienter i selekterade fall.

Behandlingstabell/protokoll: 2,4 - 2,8 bar, ca 100 min. Upprepade behandlingar tills infektionskontroll uppnås.

Akut kraniell osteomyelit, kroniska refraktära osteomyeliter, infekterade implantat

HBO kan vara av värde som tilläggsbehandling till kirurgi och antibiotika vid svårbehandlade skelettinfektioner (osteomyelit) som kraniell osteit (neurokirurgi) och kronisk refraktär osteomyelit (ortopedi).

HBO *kan* komma i fråga i selekterade fall av refraktär osteomyelit samt infekterade implantat där borttagning av främmande material är komplicerad eller omöjlig.

Behandlingstabell/protokoll: 2,4 - 2,8 bar, ca 100 min. 40 behandlingar är beskrivet i fallserier.

Indikationer under bevakning

Följande HBO-behandlingsindikationer förekommer internationellt men här anser SFAs referensgrupp i nuläget att tillräcklig dokumentation saknas för att rekommendera HBO-behandling.

- Fibromyalgi
- Sudden deafness
- Kronisk fistelproblematik vid tex. Mb Crohn
- Hypoxiska problemsår
- Central Retinal Artery Occlusion (CRAO)
- Traumatic Brain Injury (TBI)

Ej aktuella indikationer

- Tinnitus
- Migrän
- Cerebral pares
- Autism
- Multipel scleros
- Hjärt- Hjärn- Spinal infarkt
- Idrottsskador
- Mögelskador
- ADD/ADHD

III: Kontraindikationer och biverkningar

Tryckutjämningsbesvär och klaustrofobi utgör ibland ett behandlingshinder men i övrigt har HBO en gynnsam biverkningsprofil.

Kontraindikationer (relativa)

- Klaustrofobi
- Obehandlad pneumothorax.
- Svår hjärtsvikt.
- Cytostatikabehandling (bleomycin).
- Implanterbar defibrillator (aktiverad).

Biverkningar

- Barotrauma i öron och bihålor (svårt att tryckutjämna) - vanligt
- Oxygenkramper (epileptiskt anfall p.g.a. oxygentoxicitet) - sällsynt
- Övergående myopi (i sällsynta fall kan katarakt påskyndas) - vanligt
- Långvarig oxygenexposition kan ge lungpåverkan – sällsynt
- Ökad insulinkänslighet (risk för hypoglykemi) – vanligt

IV: Riktlinjer för HBO verksamhet

Lagar och förordningar

All hälso- och sjukvård och tandvård ska ha den personal, de lokaler och den utrustning som behövs för att kunna ge patienterna god vård (2§ hälso- och sjukvårdslagen (1982:763) och 4a § Tandvårdslagen (1985:125).

Inom hälso- och sjukvården såväl som tandvården ska det finnas en verksamhetschef som svarar för verksamheten (29–30 §§ HSL och 16a § TL). Det innebär att verksamhetschef har det samlade ansvaret för verksamheten (regeringens proposition 1995/96:176 Förstärkt tillsyn över hälso- och sjukvården s. 57). Verksamhetschef måste inte ha medicinsk kompetens utan kan uppdra annan person med tillräcklig kompetens och erfarenhet att utföra enskilda ledningsuppgifter, t.ex. ha medicinskt ledningsansvar. Bestämmelsen i 28 § HSL ställer krav på att ledningen av hälso- och sjukvårdsverksamheten organiseras så att den tillgodoser hög patientsäkerhet, god kvalitet av vården och främjar kostnadseffektivitet. Bestämmelserna i 28–30 §§ HSL innebär också krav på att ledningsansvaret ska vara tydligt såväl ur ett patient- som ett tillsynsperspektiv.

För sjukvårdspersonal som arbetar i tryckkammare gäller övergripande [Arbetsmiljölagen \(AML 1977:1160\)](#) samt mer detaljerat [Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om dykeriarbete \(AFS 2010:16\)](#).

Internationellt finns riktlinjer utgivna av [Undersea and Hyperbaric Medical Society \(UHMS\)](#) och [European Committee for Hyperbaric Medicine \(ECHM\)](#)

V: Kammare

Tryckkammare skall vara godkänd och besiktigad samt ha tillsyns- och underhållsplan. Plan skall finnas för åtgärder vid brand, med regelbundna övningar. Verksamhet med akuta HBO-behandlingar bör centraliseras, då den är jourintensiv och personalkrävande. Tryckkammare för akuta behandlingar bör placeras i omedelbar närhet till intensivvård, akutmottagning och gärna helikopterlandningsplats. Multi-place-kammare (där >1 person kan vistas) skall därutöver ha personal- och medicinsluss, monitorering av O₂- och CO₂-halt i kammaratmosfären, reservsystem för tryckluftsförsörjning och elektricitet, fast brandsläckningssystem, andningsmasker för all kammarpersona och även helst sprinkler-system.

VI: Personal

Medicinskt ledningsansvarig läkare (MLA) skall vara utbildad i hyperbar- och dykerimedicin. Bedrivs behandling av intensivvårdskrävande patienter bör MLA vara specialist i anestesi och intensivvård.

Behandlingsansvarig läkare skall vara legitimerad läkare, utbildad i hyperbar- och dykerimedicin samt ha genomgått lokal introduktionskurs. Vid behandling av akuta livshotande tillstånd skall läkaren ha relevant kompetens (t ex anestesi och intensivvård).

Relevant utbildning skall motsvara [ECHM nivå 2](#).

Kammaroperatör skall vara utbildad i manövrering av tryckkammare, ha genomgått lokal introduktionskurs och vara delegerad av medicinskt ledningsansvarig.

Kammarpersonal skall ha genomgått lokal introduktionskurs, ha grundläggande HBO-utbildning. Vid behandling av akuta livshotande tillstånd ska personalen ha relevant kompetens (tex. anestesi/intensivvård).

Vid arbete under hyperbara förhållanden skall det förflyta minst 18 timmar mellan exponeringar, max tre dygn i rad och max fyra gånger per sjudagarsperiod.

Varje exposition skall utformas med marginal mot dekompressionssjuka, enligt gällande tabellverk. Ytterligare försiktighet skall tillämpas vid längre tabeller, tex. T6. Minst 24 timmar skall förflyta från exponering innan flygning.

Vid HBO-behandling ska checklista följas inför varje enskild behandling, behandling dokumenteras och behandlingsansvarig läkare finnas omedelbart kontaktbar och kunna infinna sig inom 5 minuter.

Intensivvårdspatient skall vårdas enligt SFAI:s riktlinjer för intensivvård.

Personal skall finnas närvarande i anslutning till patient vid akuta behandlingar i multiplacekammare. Att personal är närvarande är även önskvärt men inte obligat vid elektiva behandlingar i multiplacekammare.

SFAIs referensgrupp för Hyperbarmedicin

Nicklas Oscarsson, Sahlgrenska Universitetssjukhuset Östra, Göteborg, Ordförande

Helén Seeman-Lodding, Göteborgs Universitet, Göteborg?

Olaf Gräbel, Sahlgrenska Universitetssjukhuset Östra, Göteborg

Anders Rosén, Sahlgrenska Universitetssjukhuset Östra, Göteborg

Anders Kjellberg, Karolinska Universitetssjukhuset Solna, Stockholm

Michael Nekludov, Karolinska Universitetssjukhuset Solna, Stockholm

Ylva Karlsson, Blekingesjukhuset Karlskrona

Johan Douglas, Blekingesjukhuset Karlskrona

Lars Spetz, NU-sjukvården, Uddevalla

Internationella organisationer

I Europa är European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) www.echm.org referensorgan främst rörande utbildning, materiel och säkerhet. European Underwater and Baromedical Society (EUBS) www.eubs.org är en europeisk intresseorganisation som fungerar som referensorgan för vetenskap och utbildning. Globalt är Undersea and Hyperbaric Medical Society (UHMS) www.uhms.org, med bas i USA, det mest etablerade forumet för medicinskt vetenskapliga frågor inom hyperbar- och dykerimedicin.